

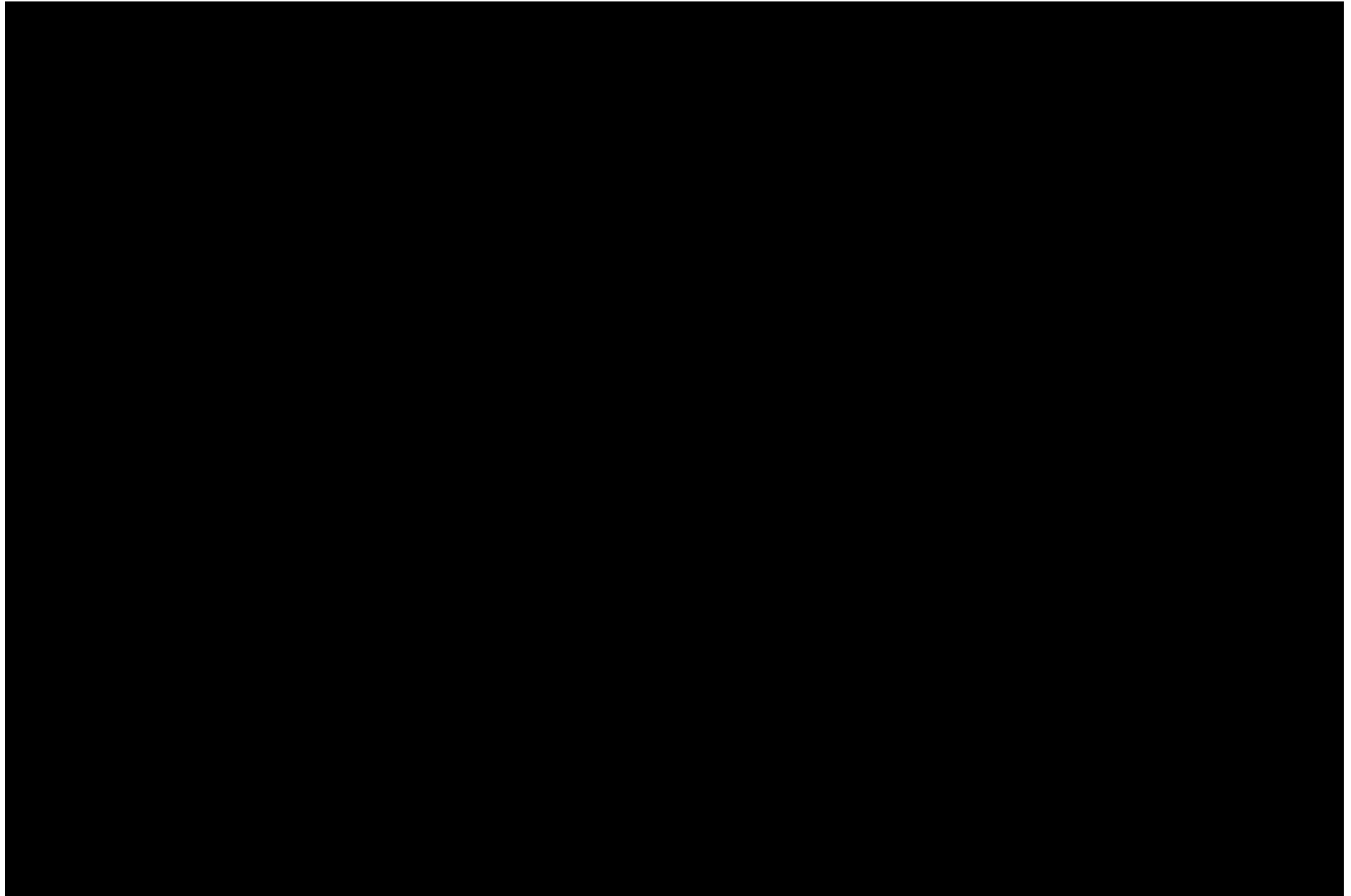
Chapter 02: Fuel Injection Techniques



2-1 Electronic management and engine diagnostics

1967 Appearance of the first cars equipped with “JETRONIC” injection created by BOSCH. It was only later that this injection was called D-JETRONIC with the appearance of K-JETRONIC. The aim of electronic injection is to optimize the richness of the air/fuel mixture depending on the use of the engine in order to improve its efficiency and thus save fuel while having the possibility of increasing power. The principle is to get closer to ideal combustion during moderate use of the engine then to increase the richness when power is required. In addition, this technology makes it possible to cut off fuel injection during deceleration, thereby increasing fuel economy.

University of M'sila-----Faculty: ST-----Module:Internal combustion engines -Master 2 -Energetics 2025/2026



2: تقنيات حقن البنزين

1-2 إدارة الإلكترونية وتشخيص للمحرك

1967 ظهور أولى السيارات المجهزة بحقن " JETRONIC" من إنتاج شركة BOSCH.

وقت لاحق فقط تم تسمية هذا الحقن باسم D-JETRONIC مع ظهور K-JETRONIC.

الهدف من الحقن الإلكتروني هو تحسين ثراء خليط الهواء / الوقود وفقاً لاستخدام المحرك من أجل تحسين كفاءته وبالتالي توفير الوقود مع إمكانية زيادة الطاقة.

المبدأ هو الاقتراب من الاحتراق المثالي أثناء الاستخدام المعتدل للمحرك ثم زيادة الثراء أثناء الطلب على الطاقة. بالإضافة إلى ذلك ، تقوم هذه التقنية بقطع حقن البنزين أثناء التباطؤ ، وبالتالي تحسين الاقتصاد في استهلاك الوقود

University of M'sila-----Faculty: ST-----Module:Internal combustion engines -Master 2 -Energetics 2025/2026

D-JETRONIC (1967-1976)

The letter "D" stands for "Druck" (Pressure).

Analog injection. The depression is measured by a sensor located in the intake manifold in order to calculate the fuel injection time required.

K-JETRONIC (1974-1988)

The 'K' stands for 'Kontinuierlich' (continuous).
Mechanical fuel injection. The difference is that the petrol is constantly coming out of all the injectors, with the petrol pump bringing the fuel to around 5 bar. The intake air is also measured to determine the amount of fuel to be injected.



L-JETRONIC (1974-1985)

The 'L' stands for 'Luft' (air).

Analog injection. This injection system uses a vane air flow meter. It is simpler and more reliable than the D-Jetronic, thanks to the use of specific integrated circuits. Widely used on European cars from the '80s.



University of M'sila-----Faculty: ST-----Module:Internal combustion engines -Master 2 -Energetics 2025/2026

D-JETRONIC (1967-1976)

'D'. 'Druck' يعني ضغط

الحقن التناظري. يتم قياس النقصان في الضغط بواسطة مستشعر موجود في أنبوب السحب لحساب الوقت اللازم لحقن الوقود.

K-JETRONIC (1974-1988)

'K'. 'Kontinuierlich' يعني مستمر

حقن الوقود الميكانيكي. الفرق هو أن البنزين يخرج من جميع الحاقنات طوال الوقت ، مع مضخة الوقود التي تصل الوقود إلى حوالي 5 بار. يتم قياس هواء السحب أيضًا لتحديد كمية البنزين المراد حقنه.

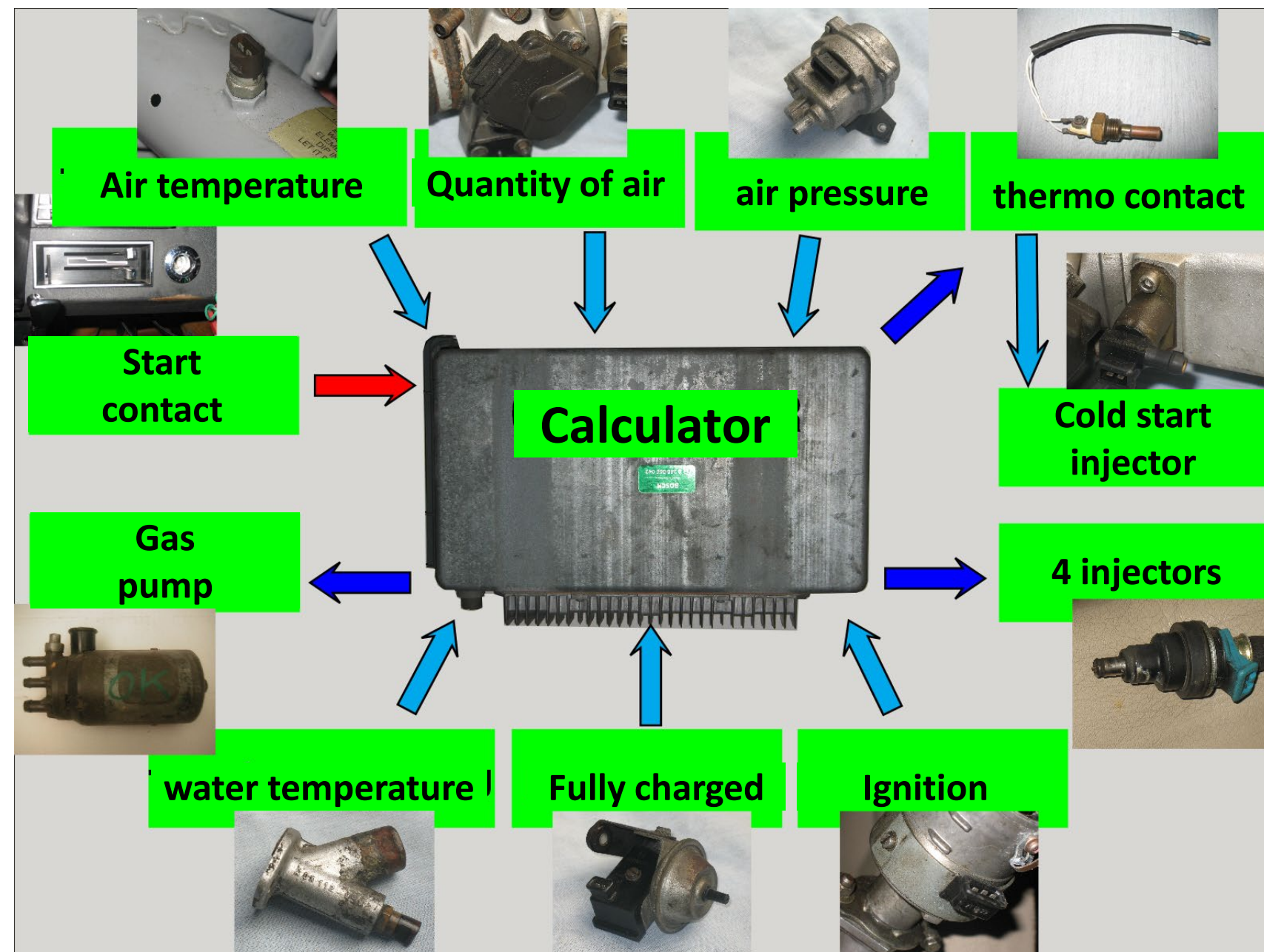
L-JETRONIC (1974-1985)

'L'. 'Luft' يعني هواء

الحقن التناظري. يستخدم نظام الحقن هذا مقياس تدفق هواء. إنه أبسط وأكثر موثوقية من D-Jetronic ، بفضل استخدام دوائر متكاملة محددة. تستخدم على نطاق واسع في السيارات الأوروبية في الثمانينيات

FONCTIONNEMENT

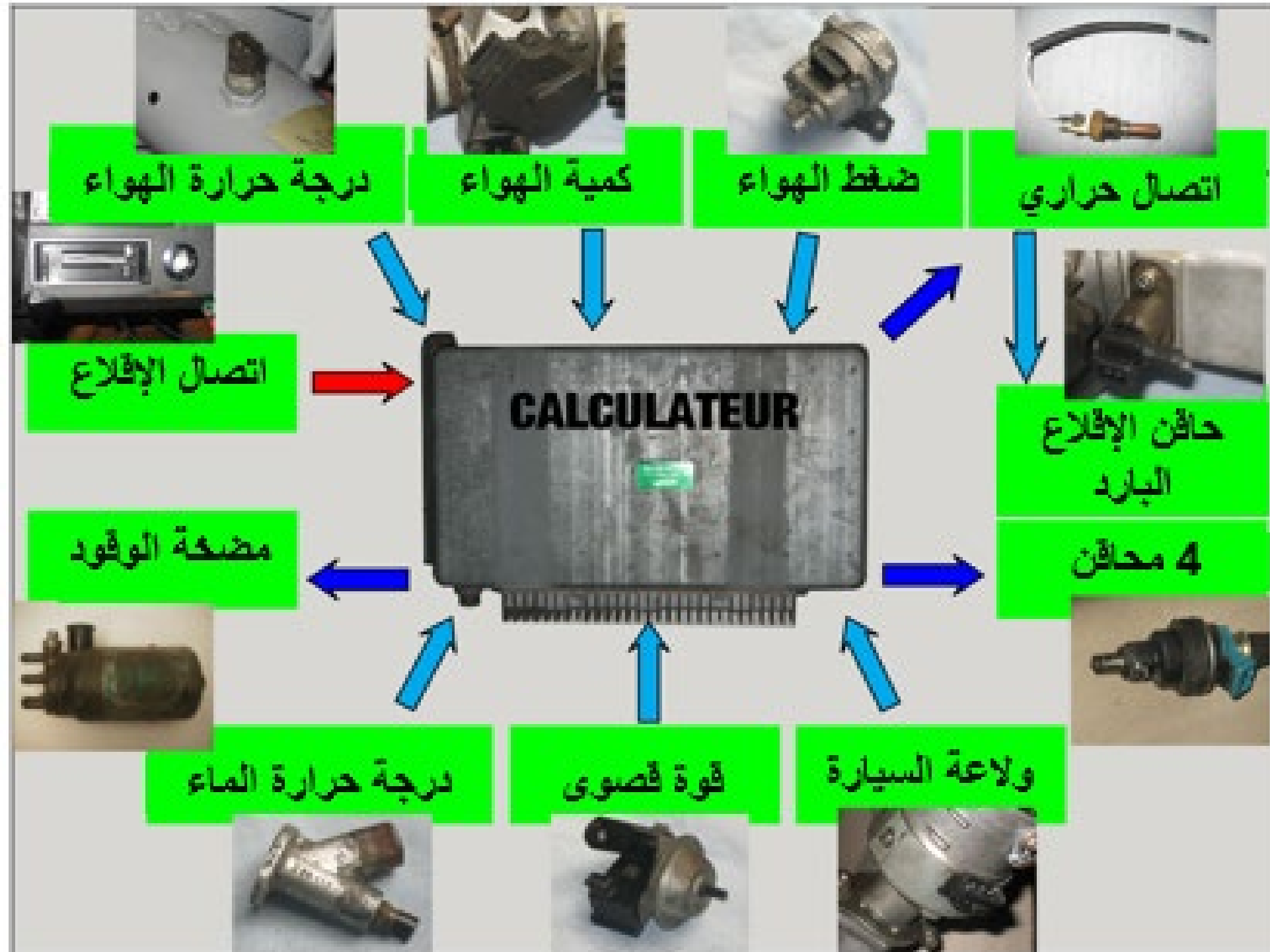
Sensors provide information to the control unit that operates them and controls the injection. Injecting gasoline into the air forms the carbureted mixture. So there are two different circuits.



University of M'sila-----Faculty: ST-----Module:Internal combustion engines -Master 2 -Energetics 2025/2026

كيفية التشغيل

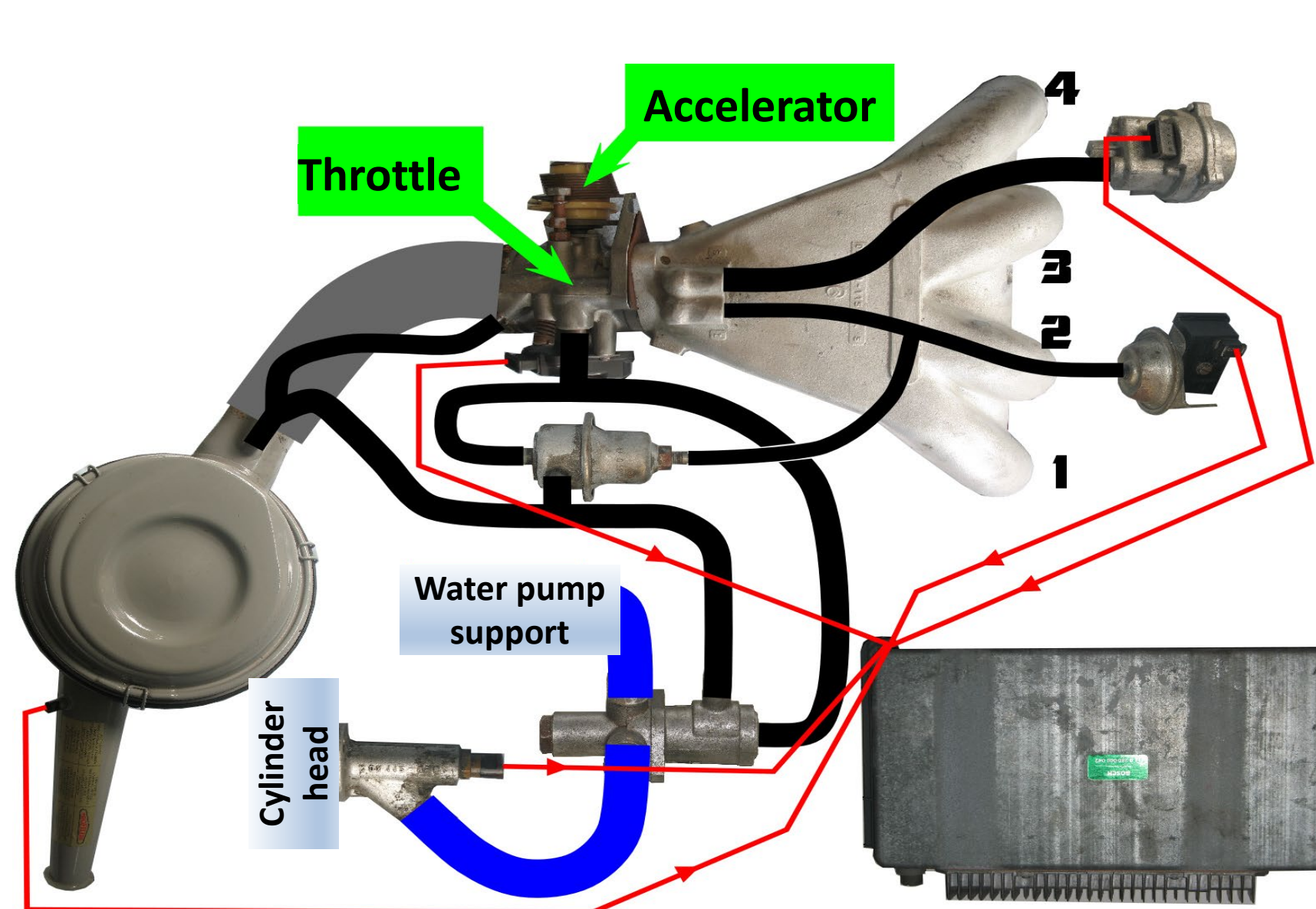
تقرأ أجهزة الكشف المعلومات إلى الكمبيوتر الذي يستخدمها ويتحكم في الحقن. يشكل حقن البنزين في الهواء خليط الوقود. لذلك هناك دائرتان مختلفتان



1-Air Circuit

The cylinders are fed by the pipes 1, 2, 3, 4 of the inlet manifold.

- The main air inlet is controlled by the throttle opening located at the inlet of the manifold through the throttle.
- The second essential piece of information is given by the pressure probe, which transforms the absolute pressure indication in the intake manifold into an electrical signal. For a given engine speed, the manifold pressure decreases when the throttle is closed, it increases when the throttle is closed.



University of M'sila-----Faculty: ST-----Module:Internal combustion engines -Master 2 -Energetics 2025/2026

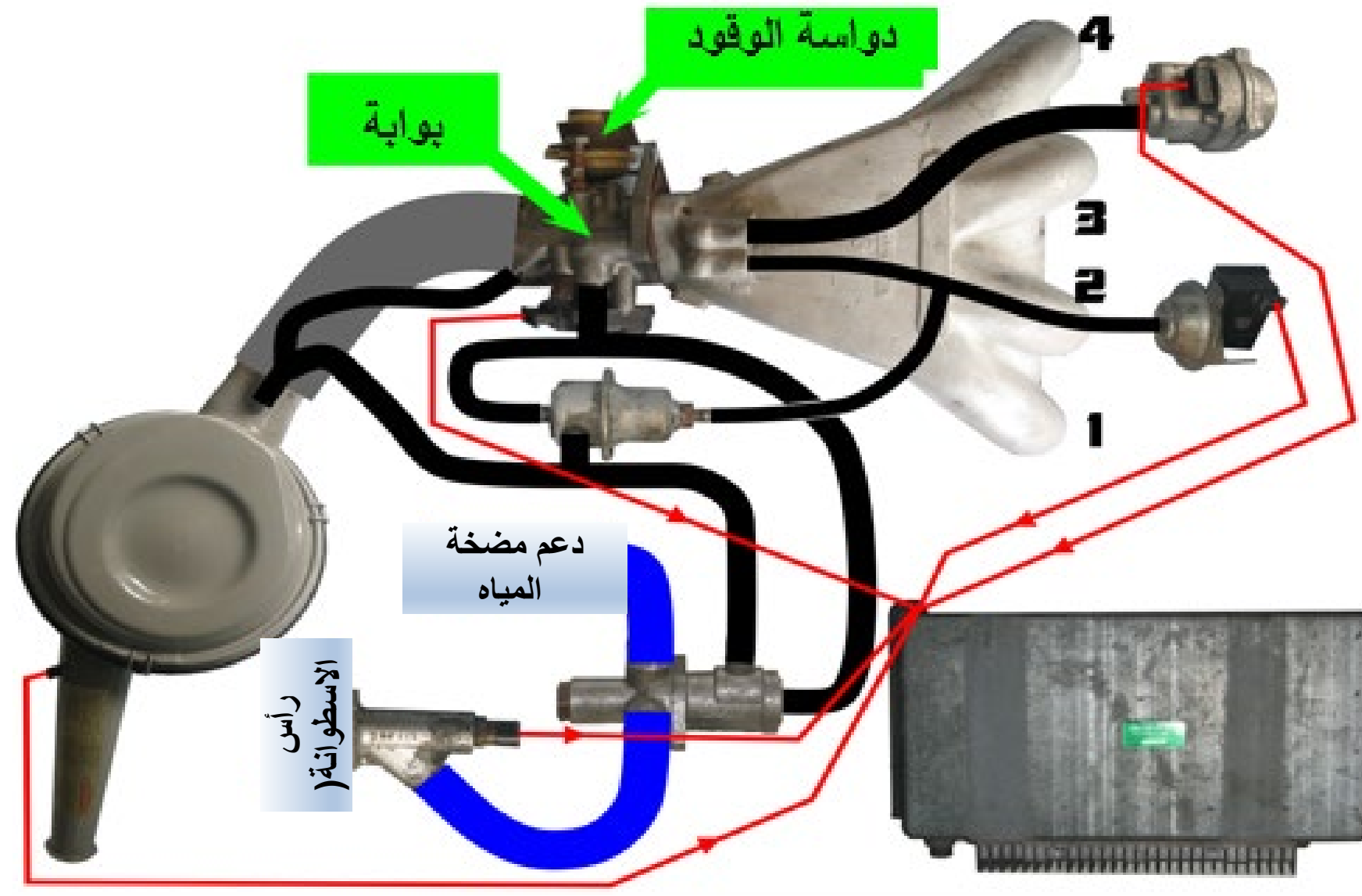
1-دائرة الهواء

تتم تغذية الأسطوانات عن طريق الأنابيب 1 2 3 4 من أنبوب السحب.

- يتم التحكم في مدخل الهواء الرئيسي عن طريق فتح صمام الموجود عند مدخل الأنبوب عبر الدواسة.

- يتم إعطاء المعلومات الأساسية الثانية بواسطة مستشعر الضغط الذي يحول مؤشر الضغط المطلق الموجود في مجمع السحب

إلى إشارة كهربائية. بالنسبة لسرعة محرك معينة ، ينخفض ضغط السحب عند إغلاق الخانق ، ويزيد بخلاف ذلك



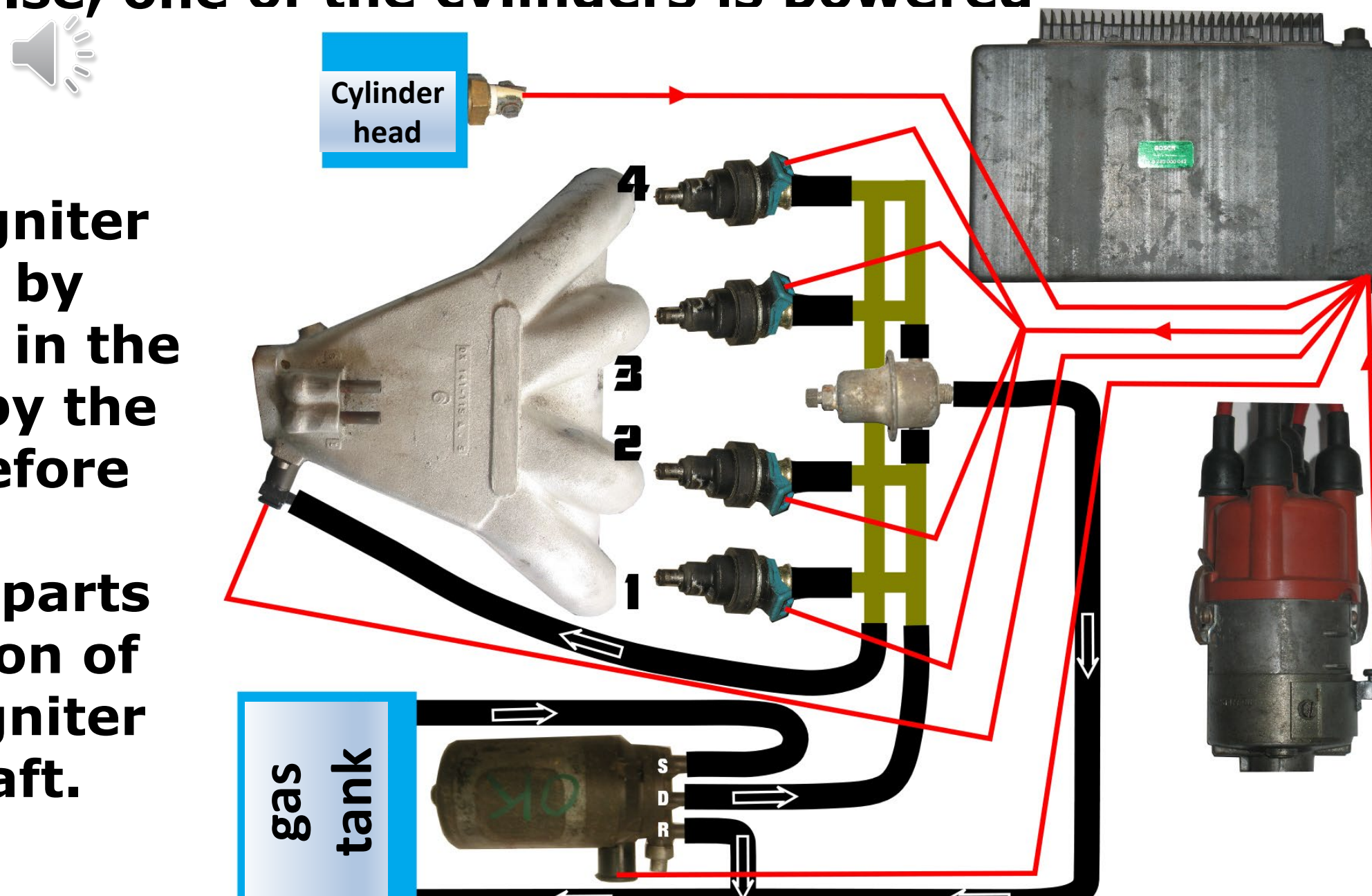
2-Fuel System

The cylinders are fed by means of 4 injectors attached to the intake pipes, which inject behind the intake valve. The injection pressure is regulated at 2 bar. When cold, a fifth injector supercharges fuel into the tubing.

The injectors are fed two by two (1/3 and 4/2). When a group of injectors receives a pulse, one of the cylinders is powered

-The calculator

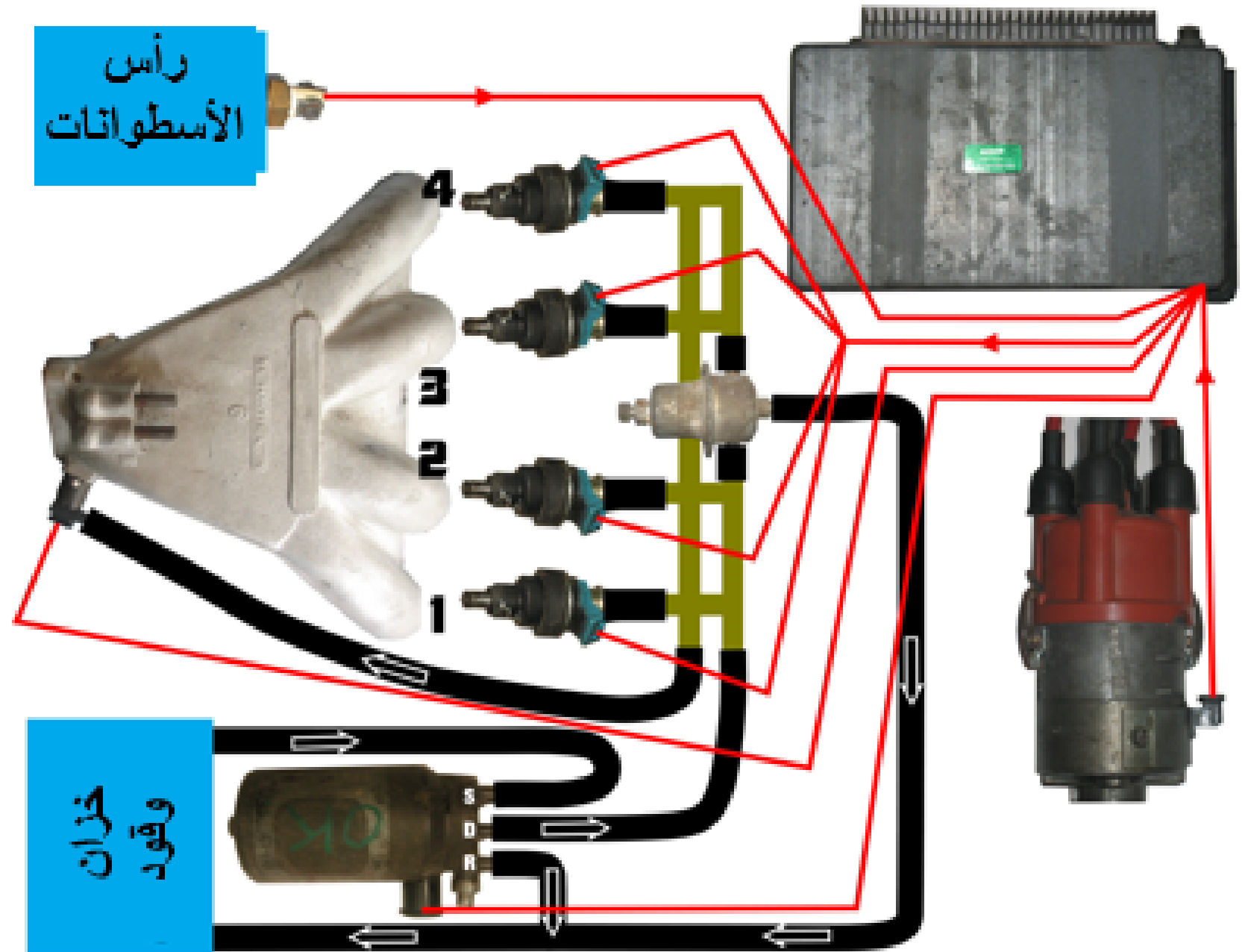
On the one hand, the igniter receives a current sent by two contacts, mounted in the igniter and controlled by the igniter shaft. It is therefore "informed" about the position of the moving parts and the speed of rotation of the engine, since the igniter is driven by the camshaft.



2-دائرة الوقود

تتم تغذية الاسطوانات عن طريق 4 محاقن ملحقة بأنابيب السحب والتي يتم حقنها خلف صمام السحب.
يتم تنظيم ضغط الحقن عند 2 بار. عند البرد ، يشحن حاقن خامس الوقود في المشعب.
يتم توفير الحاقنات اثنين في اثنين (1/3 و 4/2). عندما تتلقى مجموعة من المحاقنات نبضًا ، يتم
تنشيط إحدى الأسطوانات

يستقبل الكمبيوتر الإلكتروني ،
من ناحية ، تيارًا يتم إرساله من
خلال جهتي اتصال ، مثبتتين في
المشعل ويتم التحكم فيهما
بواسطة عمود الأخير. لذلك
"يتم إطلاعه" على موضع
الأجزاء المتحركة وسرعة
دوران المحرك ، حيث يتم
تشغيل المشعل بواسطة عمود
الكامات.



University of M'sila-----Faculty: ST-----Module:Internal combustion engines -Master 2 -Energetics 2025/2026



Pilot Valve



Throttle axlis contactor



Additional Air Control



Injector



Cold Start Injector



Full-load switcher



Fuel pump



Ignition Injection



Air T_p° Probe



Fuel pressure regulator



Thermot contact



Water probe T_p°



Calculator

Cold engine: It needs more energy, to get it you need:

- A richer mixture, this is the role of the temperature probe placed in the water circuit which acts at all speeds when the T° is below 70°
- A greater amount of mixing is the role of the additional air control.

Engine brake: The throttle is closed, the accelerator pedal is released.

- If the engine speed is less than 1800 rpm and will increase (steep descent for example), the injector will work and will only be switched off at 1800 rpm.

University of M'sila-----Faculty: ST-----Module:Internal combustion engines -Master 2 -Energetics 2025/2026



- المحرك البارد: يحتاج إلى مزيد من الطاقة ، لتحصل عليه تحتاج:
- خليط أكثر ثراءً ، هذا هو دور مسبار درجة الحرارة الموضوع في دائرة المياه والذي يعمل في جميع السرعات عندما تكون درجة الحرارة أقل من 70 درجة
 - كمية أكبر من الخليط هو دور التحكم الإضافي في الهواء.
 - فرامل المحرك: يتم إغلاق دواسة الوقود ، ويتم تحرير دواسة الوقود.
 - إذا كانت سرعة المحرك أقل من 1800 دورة في الدقيقة وستزداد (هبوط حاد على سبيل المثال) ، يعمل الحاقن وسيتم قطعه فقط عند 1800 دورة في الدقيقة

2.2 D-JETRONIC

THE MAIN ELEMENTS AND THEIR ROLES.

The calculator:

Its function is to manage all the information received from the various sensors and supply the engine with the right amount of fuel required according to the load at which it is used.



The Air Pressure Sensor:

Together with the ECU, it is the main element of the injection. Its role is to continuously measure the absolute pressure in the intake manifold, and to adjust the injection time according to this criterion. It transforms pressure variations into electrical signals sent to the control unit.



العناصر الرئيسية وأدوارها.

2.2 D-JETRONIC

الحاسوب

وتتمثل مهمتها في إدارة جميع المعلومات الواردة من أجهزة الاستشعار المختلفة وتزويد المحرك بالكمية المناسبة من الوقود المطلوب وفقا للحمل الذي يتم استخدامه فيه.

مستشعر ضغط الهواء



جنباً إلى جنب مع وحدة التحكم الإلكترونية ، هو العنصر الرئيسي للحقن. يتمثل دورها في القياس المستمر للضغط المطلق في مشعب السحب ، وضبط وقت الحقن وفقاً لهذا المعيار. يحول تغيرات الضغط إلى إشارات كهربائية مرسلة إلى وحدة التحكم.

Triggering contacts

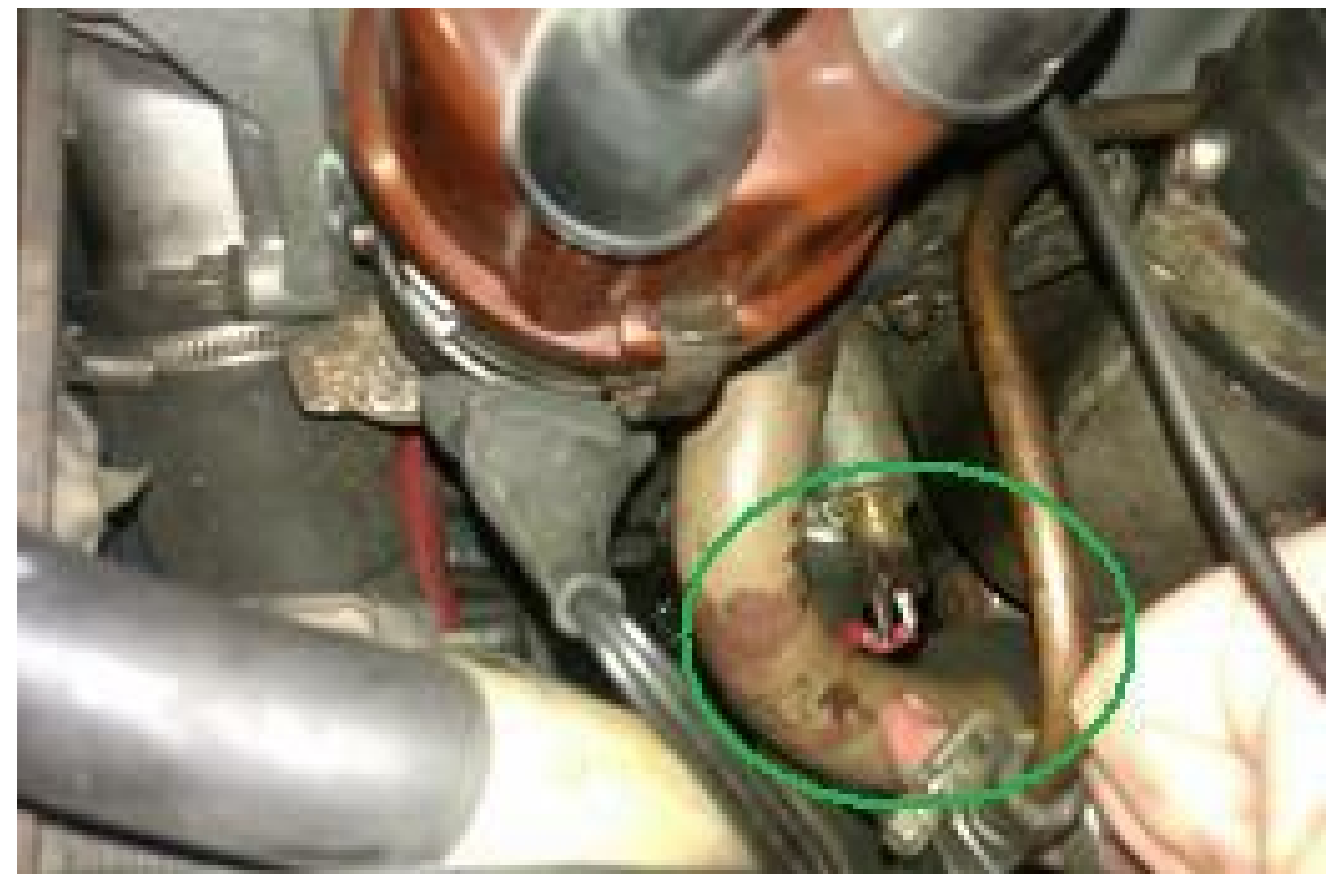
They have three functions:

- the first, to inform the ECU that the engine has been started,
- the second of the crankshaft's angular velocity (its rotation)
- the third, the successive closing and opening indicate to the ECU which pair of injectors is to be powered, (1/3 or 4/2).



The Water Temperature Sensor

It indicates the temperature of the cylinder head coolant. Based on this information, the ECU increases or decreases the opening time of the injectors (cold enrichment, hot depletion).



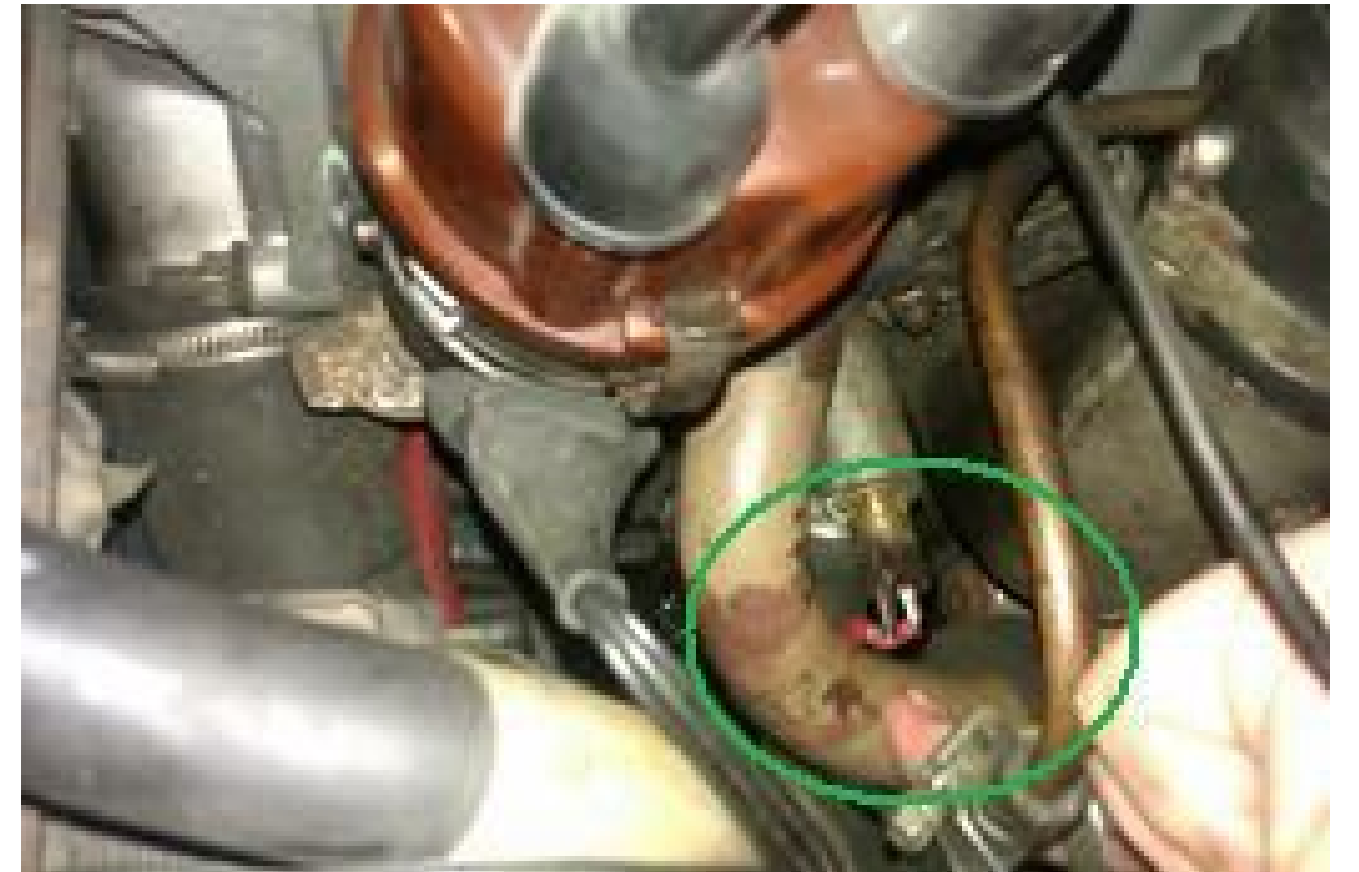
تشغيل جهات الاتصال

لديهم ثلاث وظائف:

- الأول ، لإبلاغ وحدة التحكم الإلكترونية بأن المحرك قد بدأ ،
- السرعة الزاوية الثانية للعمود المرفقي (دورانه)
- الثالث ، يشير الإغلاق والفتح المتتاليان إلى وحدة التحكم الإلكترونية أي زوج من الحاققات سيتم تشغيله ، (1/3 أو 4/2).

مستشعر درجة حرارة الماء

يشير إلى درجة حرارة سائل تبريد رأس الأسطوانة.
بناء على هذه المعلومات ، تزيد وحدة التحكم الإلكترونية أو تقلل من وقت فتح الحاققات (التخصيب البارد ، النضوب الساخن).



The main injectors:

There are 4 of them, and they are electrically controlled by the ECU according to all the information sent by the elements already mentioned. The fuel is injected upstream of the intake valves. Their fuel flow rate is a function of the injector opening



The additional air control:

It's an extra inlet of air. Its flow rate is directly related to the temperature of the engine.

It consists of two adjoining bodies: an air part and a coolant part.

An air light, which is fully open in freezing weather, gradually closes as the engine heats up and closes completely when the engine reaches its maximum temperature. The additional air supply is then cut off.



الحاقنات الرئيسية :

هناك 4 منهم ، ويتم التحكم فيها كهربائيا بواسطة وحدة التحكم الإلكترونية وفقا لجميع المعلومات المرسلة من العناصر التي سبق ذكرها. يتم حقن الوقود في المنبع من صمامات السحب. معدل تدفق الوقود الخاص بهم هو دالة لوقت فتح الحاقن من 2.5 مللي ثانية في وضع الخمول لمدة 1.5 لتر / ساعة إلى 9.7 مللي ثانية عند التحميل الكامل و 42 لتر / ساعة.



تحكم إضافي في الهواء :

إنه مدخل إضافي للهواء. يرتبط معدل التدفق مباشرة بدرجة حرارة المحرك. يتكون من جسمين متجاورين: جزء هواء وجزء سائل تبريد. يتم إغلاق ضوء الهواء ، الذي يفتح بالكامل في الطقس المتجمد ، تدريجيا مع ارتفاع درجة حرارة المحرك وإغلاقه تماما عندما يصل المحرك إلى أقصى درجة حرارة له. ثم يتم قطع إمدادات الهواء الإضافية.



2-2 K-jetronic system

The K-Jetronic Injection is a mechanical injection system with continuous injection.

K = Kontinuierlich = continuous

Its organization includes 3 functions

1. Airflow Measurement:



The measurement of the air quantity is controlled by a probe plate installed in the air flow meter.

2. Fuel Supply:

An electric fuel pump discharges fuel to the Feeder-dispenser.

The role of the meter-distributor is to distribute the fuel between
The different injectors:

2-2 نظام K-jetronic

حقن K-Jetronic هو نظام حقن ميكانيكي مع حقن مستمر.

K = Kontinuierlich = مستمر

يشمل تنظيمها 3 وظائف

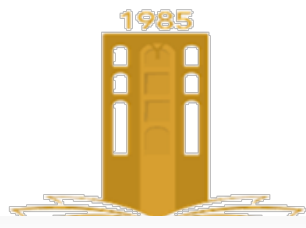
1. قياس تدفق الهواء:

يتم التحكم في قياس كمية الهواء بواسطة لوحة مسبار مثبتة في مقياس تدفق الهواء.

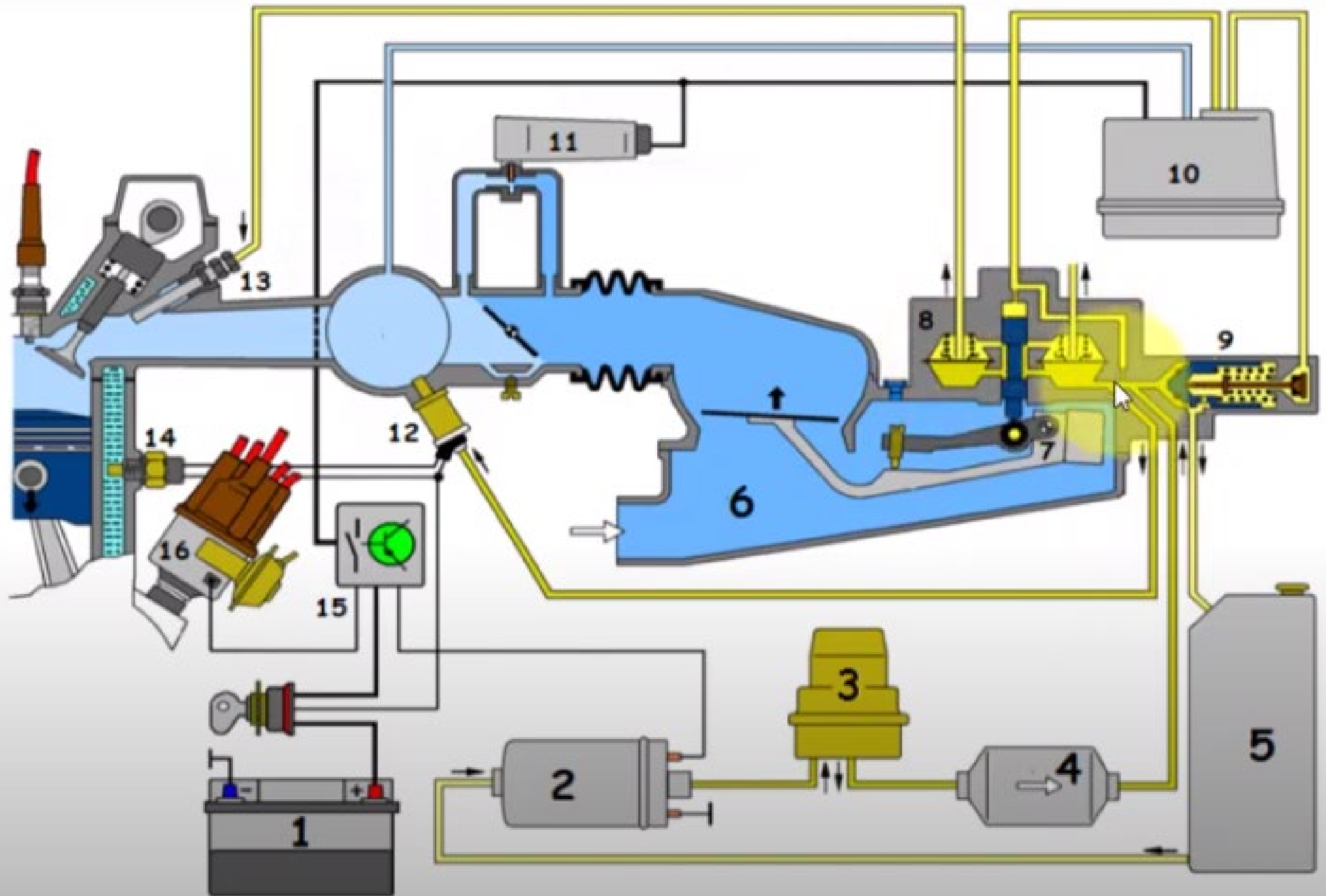
2. إمدادات الوقود:

تقوم مضخة الوقود الكهربائية بتفريغ الوقود إلى
موزع التغذية.

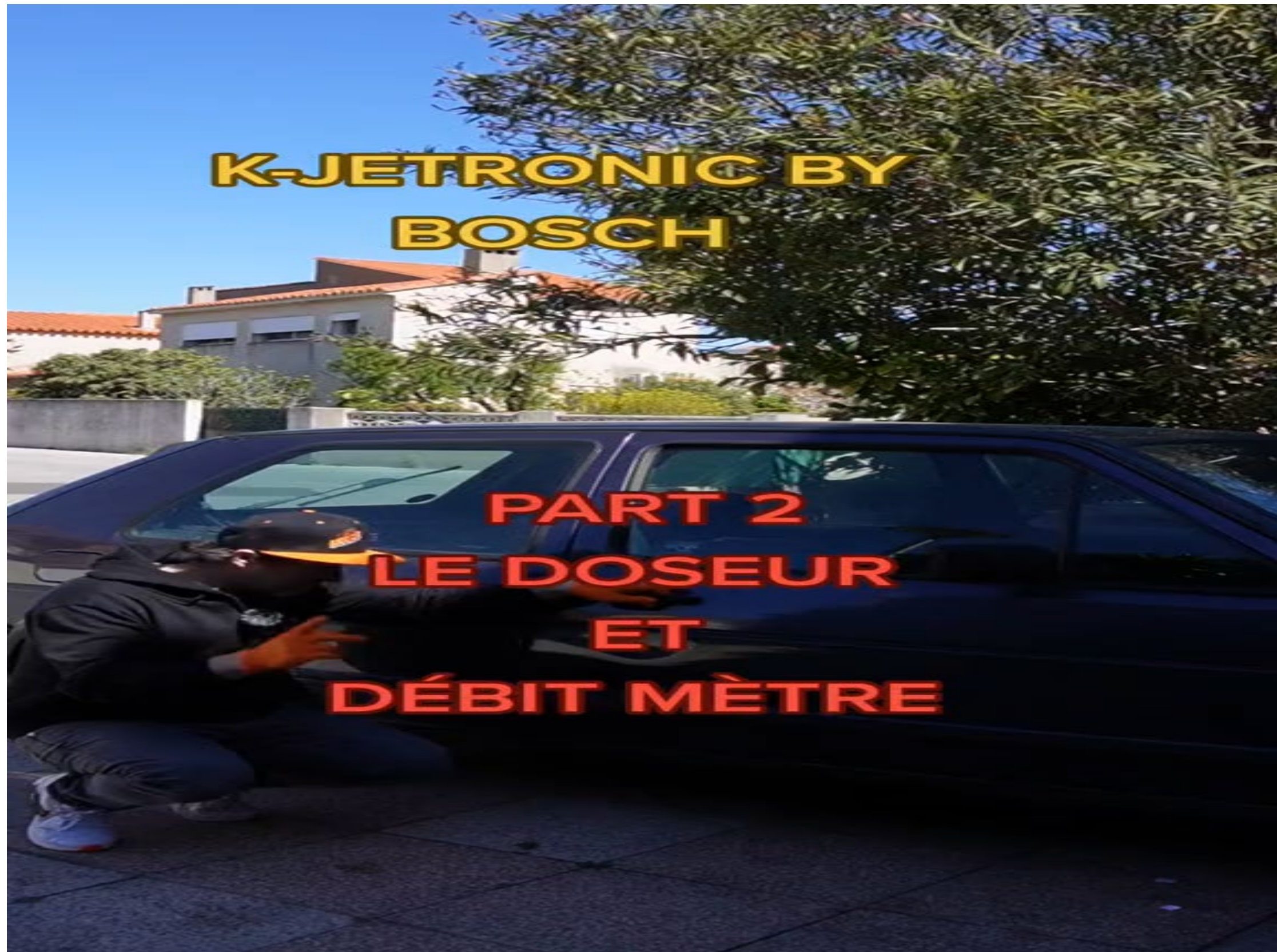
دور موزع العدادات هو توزيع الوقود بين
الحاقنات المختلفة:



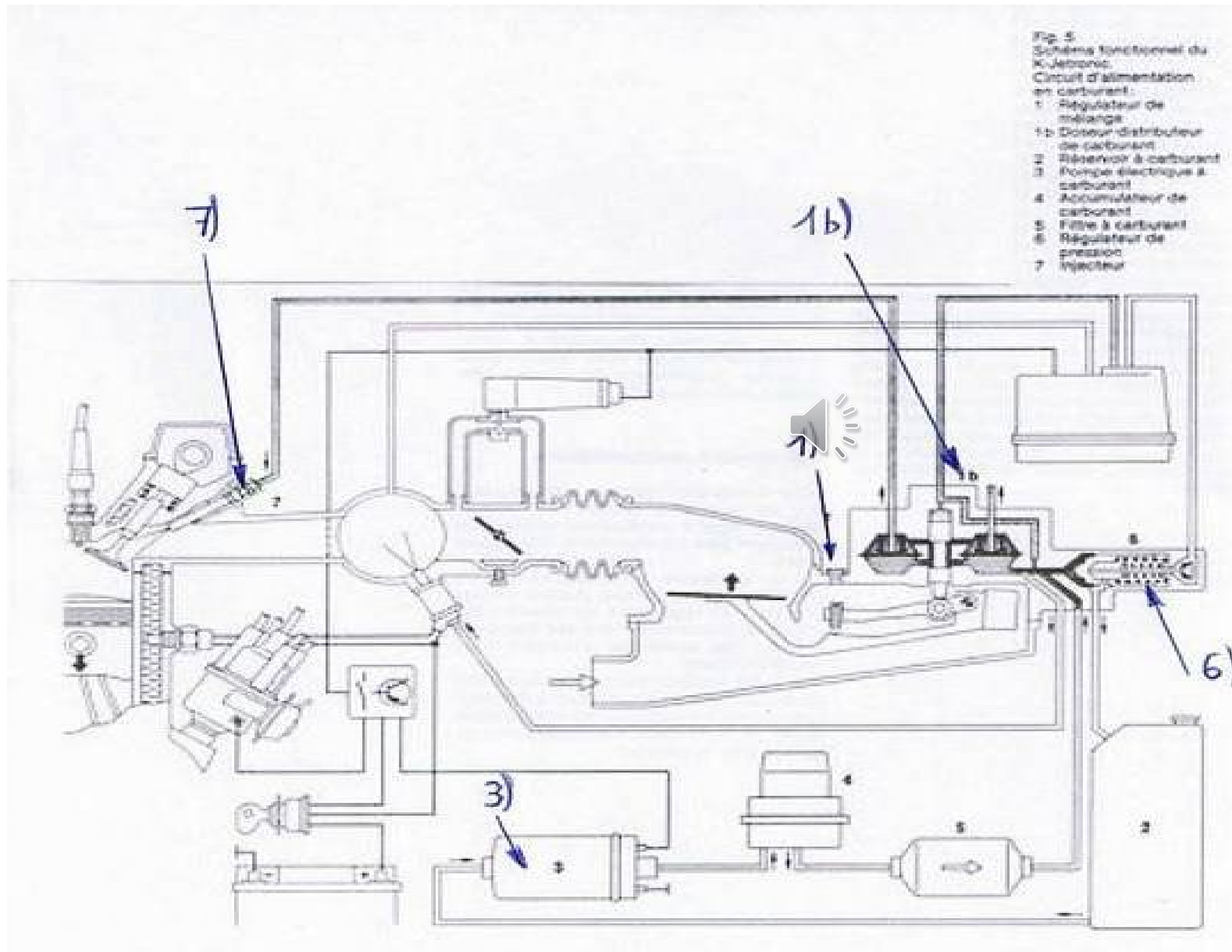
University of M'sila-----Faculty: ST-----Module:Internal combustion engines -Master 2 -Enerøetics 2025/2026



University of M'sila-----Faculty: ST-----Module:Internal combustion engines -Master 2 -Energetics 2025/2026

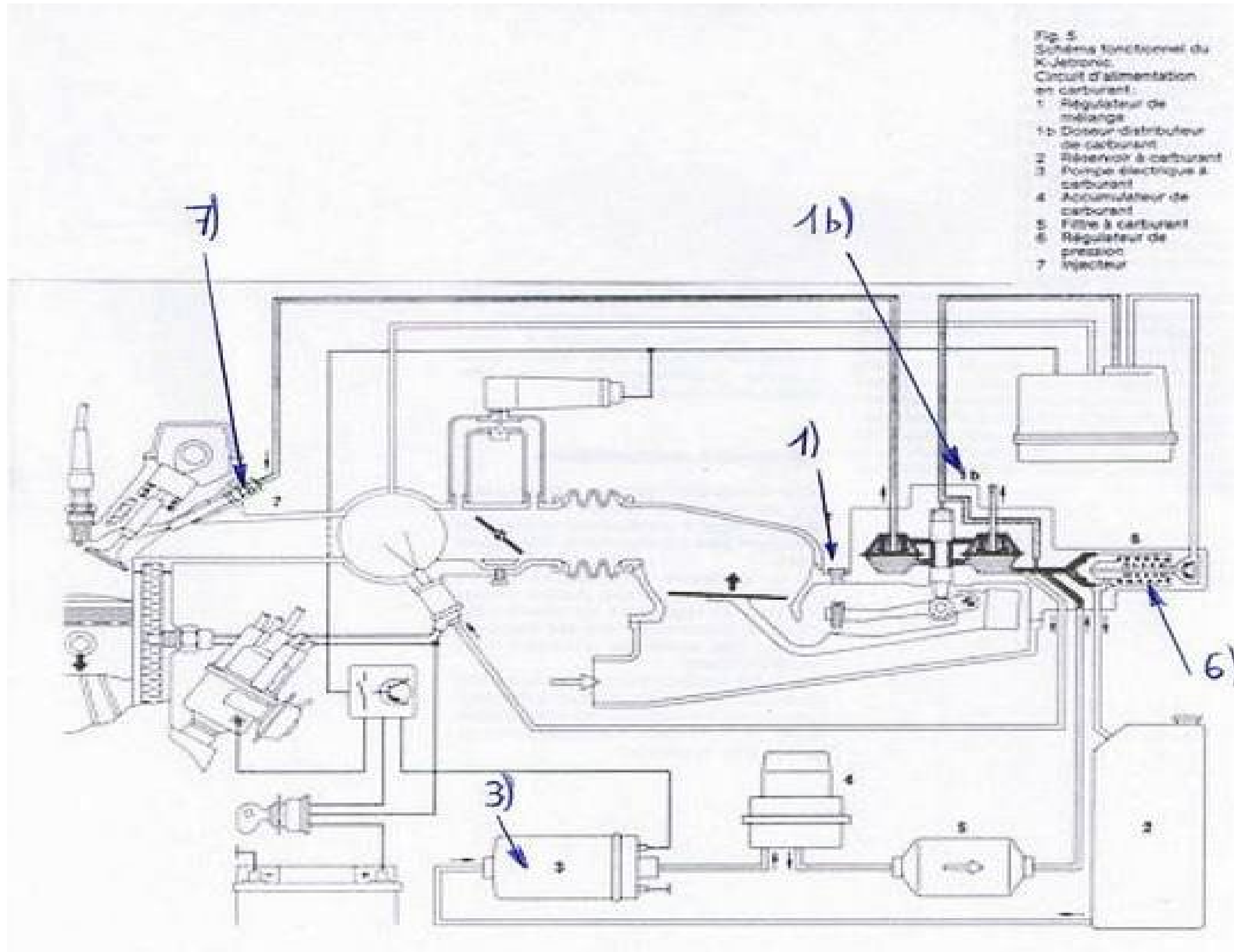


University of M'sila-----Faculty: ST-----Module:Internal combustion engines -Master 2 -Energetics 2025/2026



- 1) CO richness adjustment screw.
- 2) 1b) Dispenser
- 3) 3) Electric fuel pump.
- 4) 6) Pressure regulator.
- 5) 7) Injector.

University of M'sila-----Faculty: ST-----Module:Internal combustion engines -Master 2 -Energetics 2025/2026



(1) برغي تعديل ثراء ثاني

أكسيد الكربون.

(2) 1 ب) موزع

(3) مضخة الوقود الكهربائية.

(4) منظم الضغط.

(5) حاقن.

Carburation:

The volume of air sucked in, depending on the position of the probe plate, is the essential element for fuel dosing. This dosage is determined by the air flow meter, which in turn controls the dispenser.

The air flow meter and the dispenser are the mixing regulator.

Operation.



The fuel pump draws the fuel into the tank and pushes it under pressure to the feeder-dispenser.

Then the fuel is sent to the injectors.

The injectors ensure continuous injection to the various intake manifolds.

The air-fuel mixture is then sucked in when the intake valves are opened.

University of M'sila-----Faculty: ST-----Module:Internal combustion engines -Master 2 -Energetics 2025/2026

الكربنة:

حجم الهواء الذي يتم امتصاصه ، اعتمادا على موضع لوحة المسبار ، هو العنصر الأساسي لجرعات الوقود. يتم تحديد هذه الجرعة بواسطة مقياس تدفق الهواء ، والذي بدوره يتحكم في الموزع. مقياس تدفق الهواء والموزع هما منظم الخلط.

عملية.

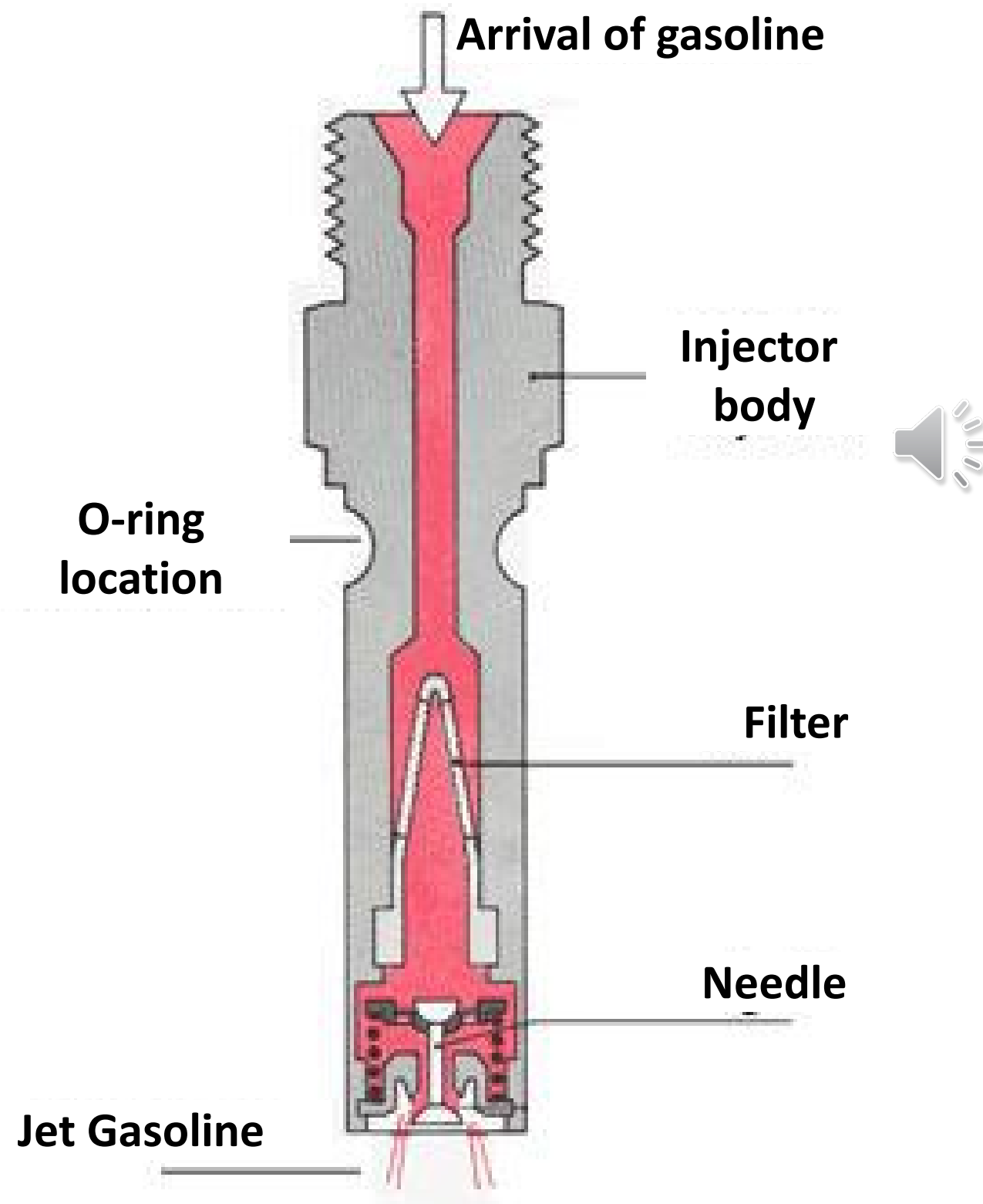
تقوم مضخة الوقود بسحب الوقود إلى الخزان وتدفعه تحت الضغط إلى موزع التغذية.

ثم يتم إرسال الوقود إلى الحاقنات.

تضمن الحاقنات الحقن المستمر لمشعبات السحب المختلفة.

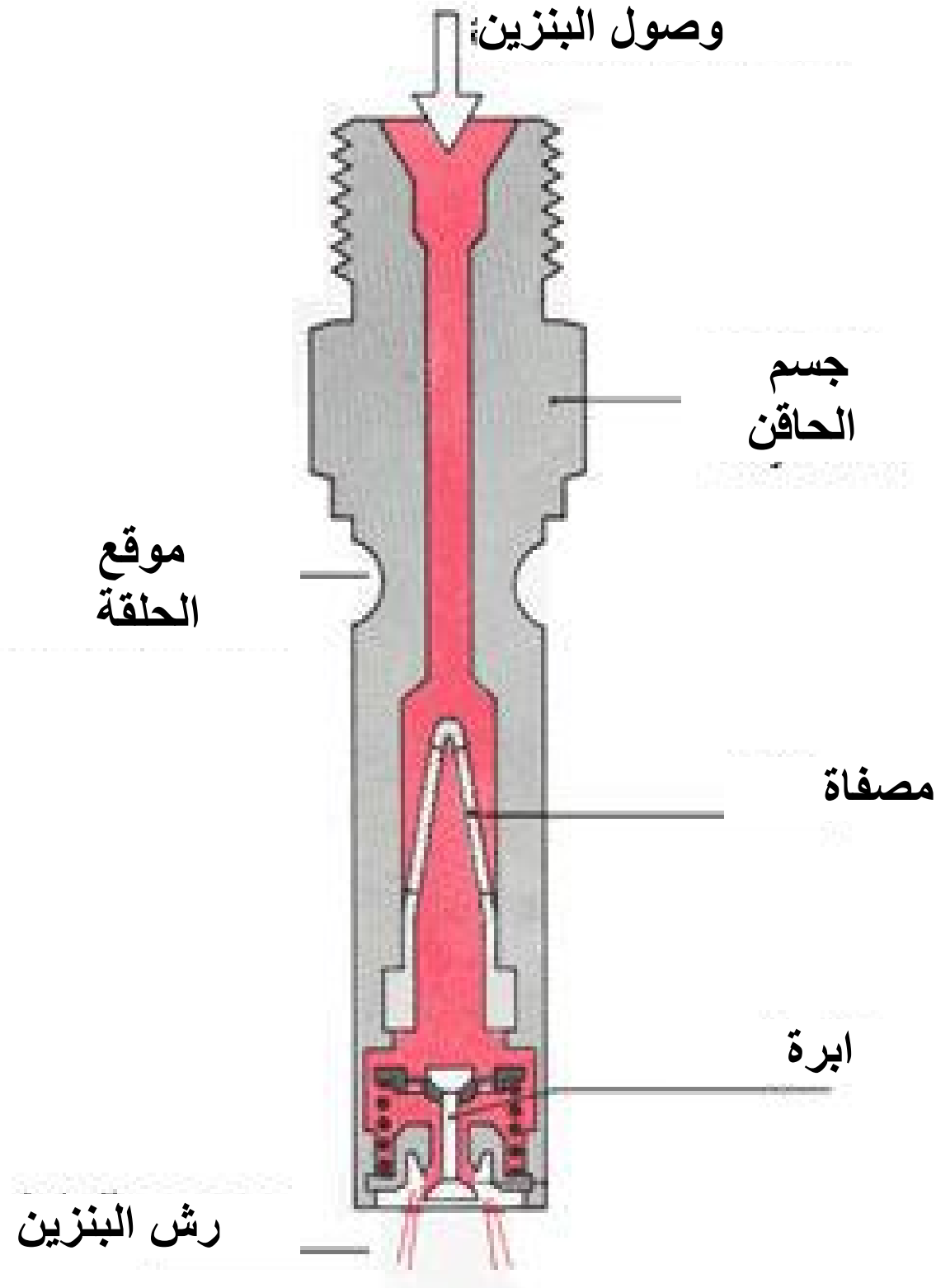
ثم يتم امتصاص خليط الهواء والوقود عند فتح صمامات السحب.

University of M'sila-----Faculty: ST-----Module:Internal combustion engines -Master 2 -Energetics 2025/2026



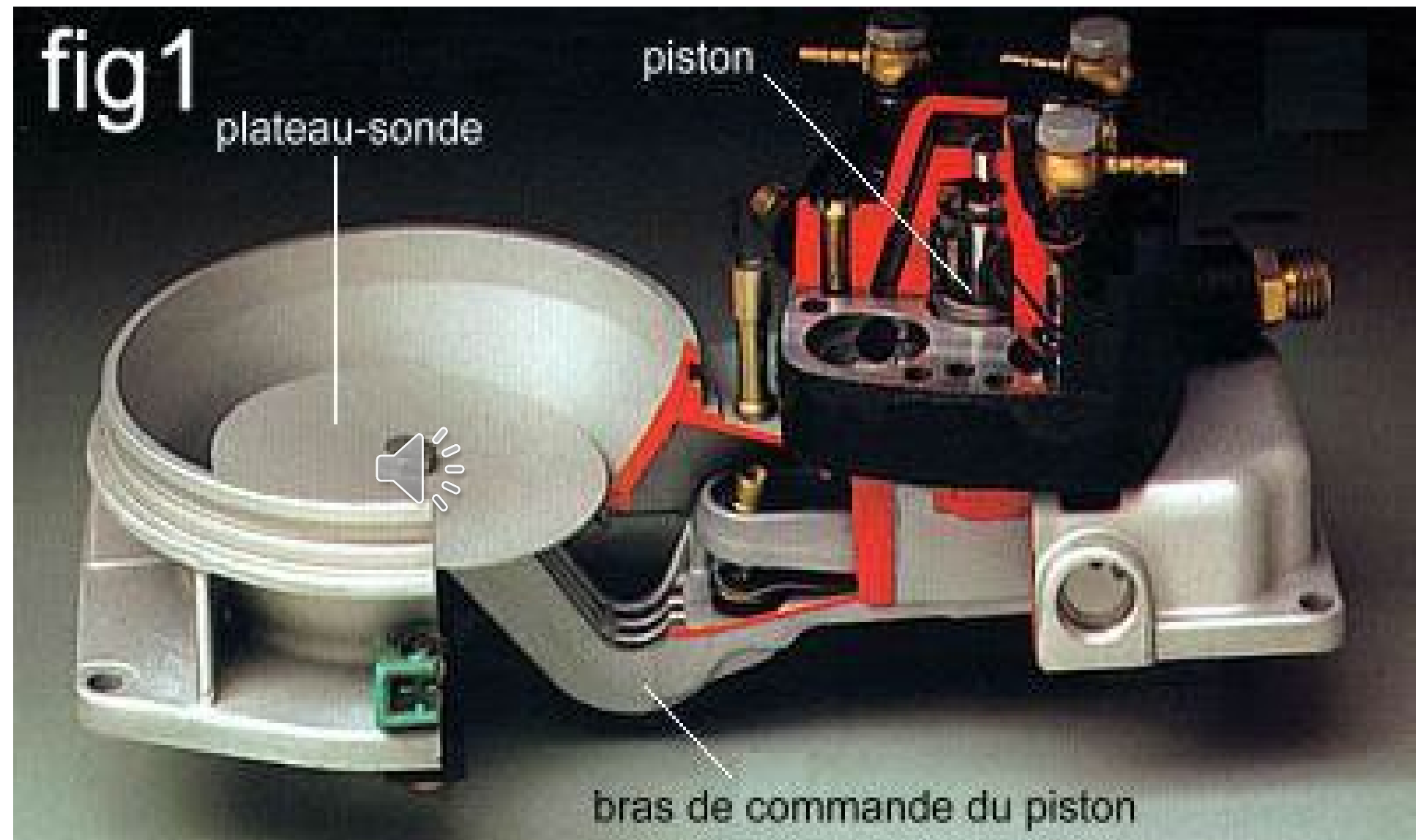
A needle is pushed by a spring, when the fuel pressure increases, the spring compresses, from a certain pressure (given by the manufacturer), the needle pushes the spring back and allows the fuel to pass through which will be sprayed in the form of a jet.

University of M'sila-----Faculty: ST-----Module:Internal combustion engines -Master 2 -Energetics 2025/2026



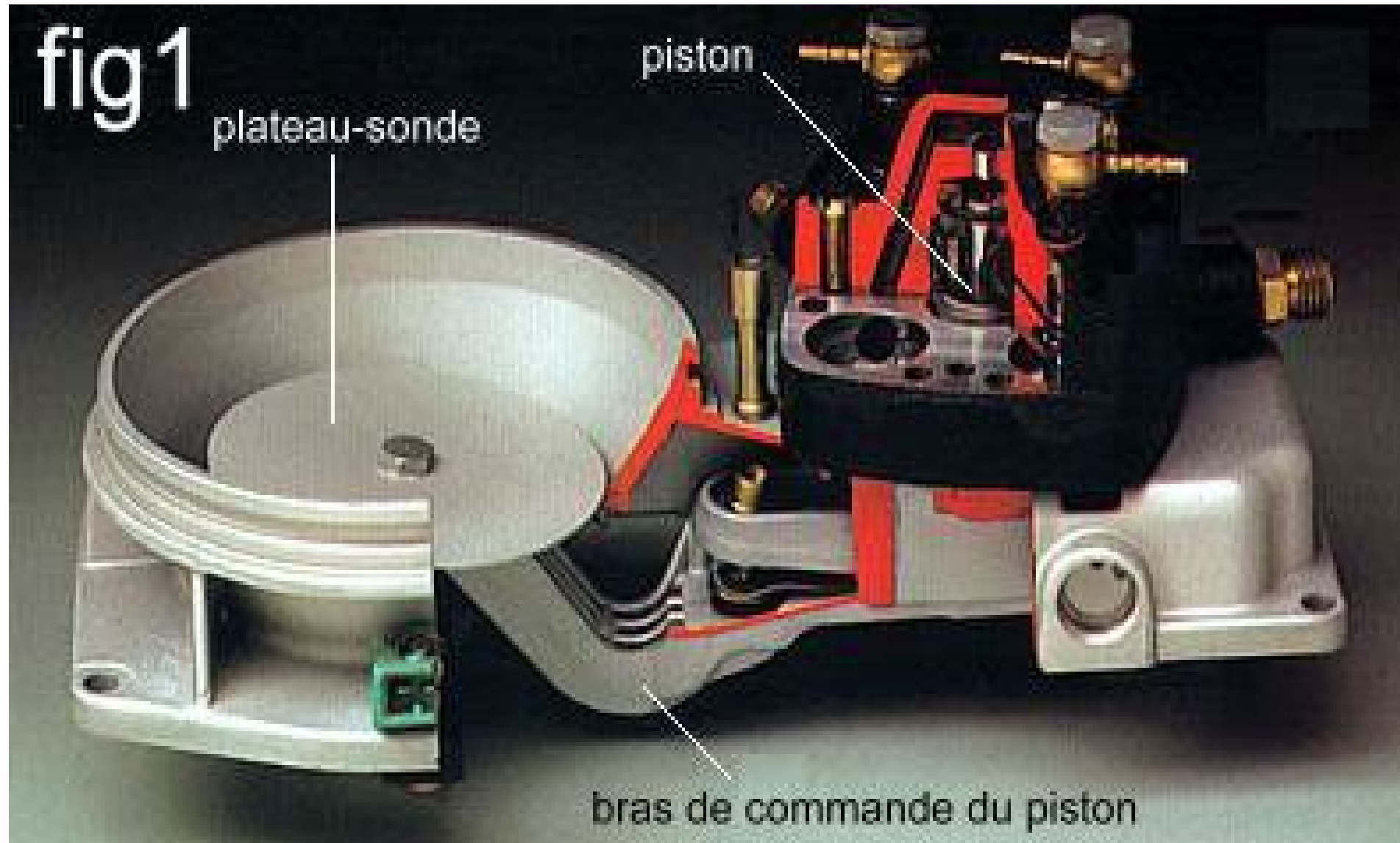
يتم دفع الإبرة بواسطة زنبرك ، عندما يزداد
ضغط الوقود ، يضغط الزنبرك ، من ضغط معين
(تقدمه الشركة المصنعة) ، تدفع الإبرة الزنبرك
للخلف وتسمح للوقود بالمرور من خلاله سيتم
رشه على شكل نفاثة.

Feeder- dispenser Fig1:



The fuel is delivered to the injectors through the manifolds coming from the feeder-dispenser. This doses the fuel according to the amount of air admitted through the flow meter

موزع التغذية الشكل 1:



يتم تسليم الوقود إلى الحاقنات من خلال المشعبات القادمة من موزع التغذية. هذه جرعات الوقود وفقا لكمية الهواء التي يتم قبولها من خلال مقياس التدفق

The Flow Meter

It consists of a disc placed in the air passage, it is fixed on a movable arm and moves according to the volume of air admitted. The arm attached to it is swivelling, and acts on a drawer (piston) see fig2. This slides into a cylinder with calibrated slots (see fig3) (as many slots as there are cylinders to be fed)



fig2

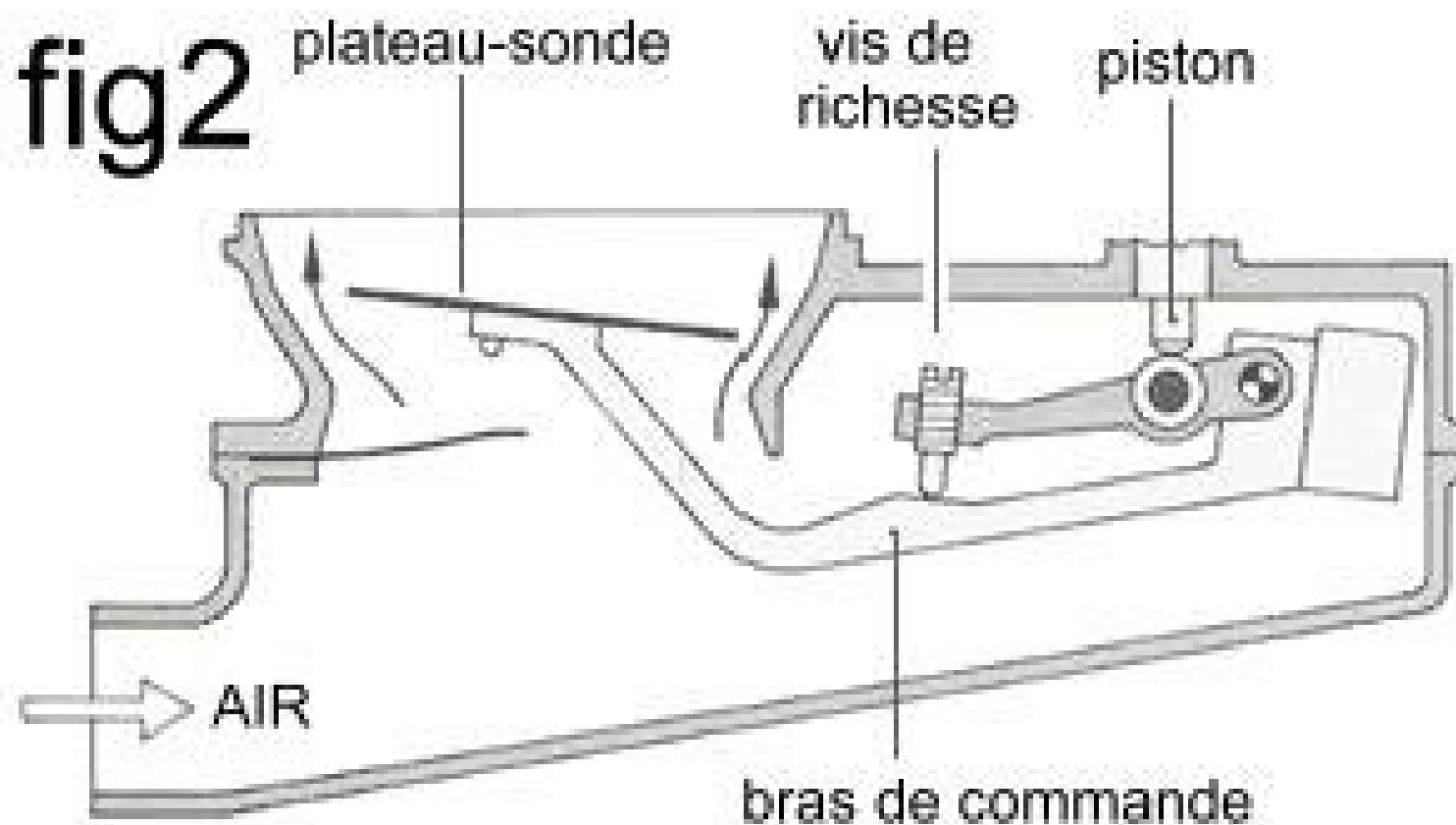


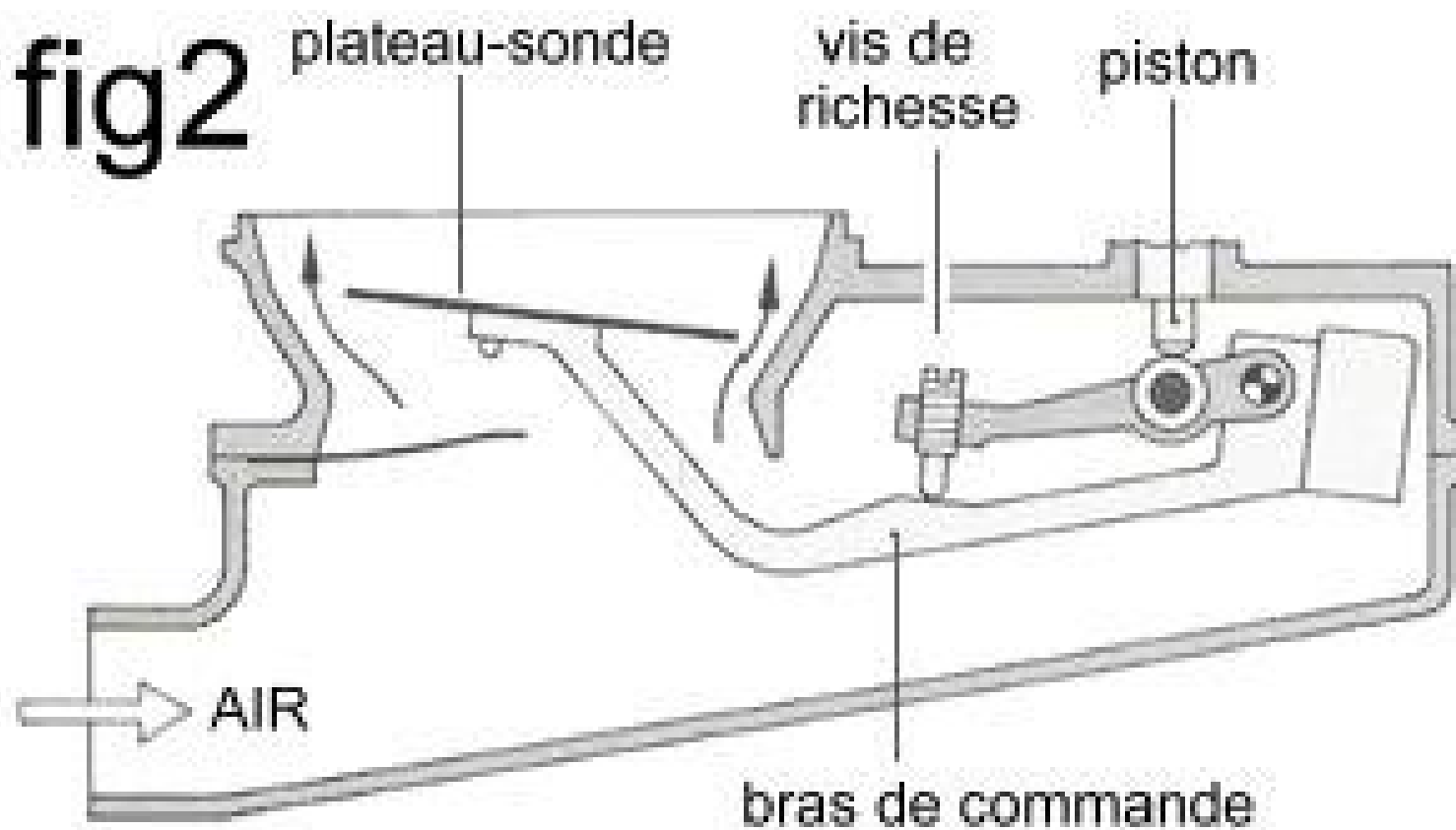
fig3



مقياس التدفق

يتكون من قرص يوضع في ممر الهواء ، ويتم تثبيته على ذراع متحرك ويتحرك وفقا لحجم الهواء المسموح به. الذراع المتصل به يدور ، ويعمل على درج (مكبس) انظر الشكل 2. ينزلق هذا إلى أسطوانة ذات فتحات معايرة (انظر الشكل 3) (العديد من الفتحات مثل الأسطوانات المراد تغذيتها)

fig2



cylindre

fig3



fente
calibrée

2-3 L-jetronic system

L-Jetronic injection is an electronically controlled injection system with intermittent injection

The purpose of this injection is to allocate to each injector the exact amount of fuel needed for the engine to function properly. In addition, this type of injection adapts almost instantaneously to the different conditions of the engine. (e.g. Cold engine – fully loaded – decelerating etc. Etc.).

To know the different conditions of the motor, different sensors inform the electronic box.

In turn, the electronic box sends information about the amount of fuel to be injected.

2-3 نظام L-جيترونيك

حقن L-Jetronic هو نظام حقن يتم التحكم فيه إلكترونيا مع حقن متقطع

الغرض من هذا الحقن هو تخصيص الكمية الدقيقة من الوقود اللازمة للمحرك ليعمل بشكل صحيح لكل حاقن. بالإضافة إلى ذلك ، يتكيف هذا النوع من الحقن على الفور تقريبا مع الظروف المختلفة للمحرك. (على سبيل المثال ، محرك بارد - محمل بالكامل - تباطؤ ، إلخ. إلخ.).

لمعرفة الظروف المختلفة للمحرك ، تقوم أجهزة استشعار مختلفة بإبلاغ الصندوق الإلكتروني. بدوره ، يرسل الصندوق الإلكتروني معلومات حول كمية الوقود المراد حقنها.

Principle.

The fuel pump draws the fuel into the tank and pushes it under pressure back to the injection rail.

The L-Jetronic basically consists of these different elements:

1. The suction system:

It supplies the engine with the necessary amount of air. It includes the air filter, intake manifold, throttle.



2. Probes:

The probes measure the parameters of the engine. The essential parameter is the volume of air drawn in by the engine which is measured by the air flow meter.

Other sensors measure throttle position, engine temperature, air temperature, engine speed, fuel injection volume, additional air volume, additional volume at start-up, and mains voltage.

In this system it is possible to set idle and CO.

University of M'sila-----Faculty: ST-----Module:Internal combustion engines -Master 2 -Energetics 2025/2026

مبدأ.

تقوم مضخة الوقود بسحب الوقود إلى الخزان وتدفعه تحت الضغط مرة أخرى إلى سكة الحقن.

يتكون **L-Jetronic** بشكل أساسي من هذه العناصر المختلفة:

1. نظام الشفط:

يزود المحرك بالكمية اللازمة من الهواء. ويشمل فلتر الهواء ، مشعب السحب ، دواسة الوقود.

2. المسابير:

تقيس المجسات معلمات المحرك. المعلمة الأساسية هي حجم الهواء المسحوب بواسطة المحرك والذي يتم قياسه بواسطة مقياس تدفق الهواء. تقيس المستشعرات الأخرى موضع الخانق ودرجة حرارة المحرك ودرجة حرارة الهواء وسرعة المحرك وحجم حقن الوقود وحجم الهواء الإضافي والحجم الإضافي عند بدء التشغيل وجهد التيار الكهربائي.

في هذا النظام ، من الممكن ضبط
الخمول وشركاه.

